

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-046474

(43)Date of publication of application : 14.02.2003

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04B 7/26

H04J 13/00

H04Q 7/38

(21)Application number : 2001-232825

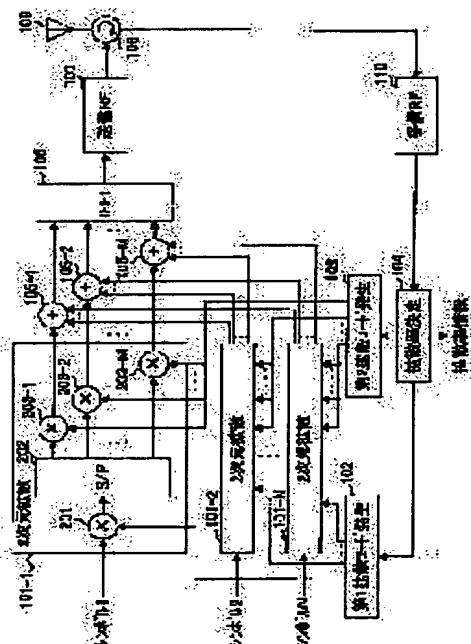
(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.07.2001

(72)Inventor : IGAI KAZUNORI
UESUGI MITSURU
SUMASU ATSUSHI**(54) WIRELESS COMMUNICATION DEVICE AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress deterioration in transmission characteristics by deterioration in a propagation path state and lowering of system capacity in wireless communication combining a multi-carrier modulation system with the CDMA system.

SOLUTION: A spread rate decision section 104 sets a spread rate M of a spread code generated by a first spread code generating section 102 higher as the ICI level increases. That is, the spread rate decision section 104 sets a spread rate M in the frequency direction higher as the orthogonality between subcarriers in the frequency direction is much deteriorated. Further, the spread rate decision section 104 sets a spread rate L of a spread code generated in a second spread code generating section 103 as the ISI level is increased. That is, the spread rate decision section 104 sets the spread rate in the time direction higher as the orthogonality between the subcarriers in the time direction is much deteriorated.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

08.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H04J 11/00		H04J 11/00	Z 5K022
H04B 7/26		H04B 7/26	109 N 5K067
H04J 13/00			C
H04Q 7/38		H04J 13/00	A

審査請求 有 請求項の数24 O L (全17頁)

(21) 出願番号 特願2001-232825 (P 2001-232825)

(22) 出願日 平成13年7月31日 (2001. 7. 31)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 猪飼 和則

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 上杉 充

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

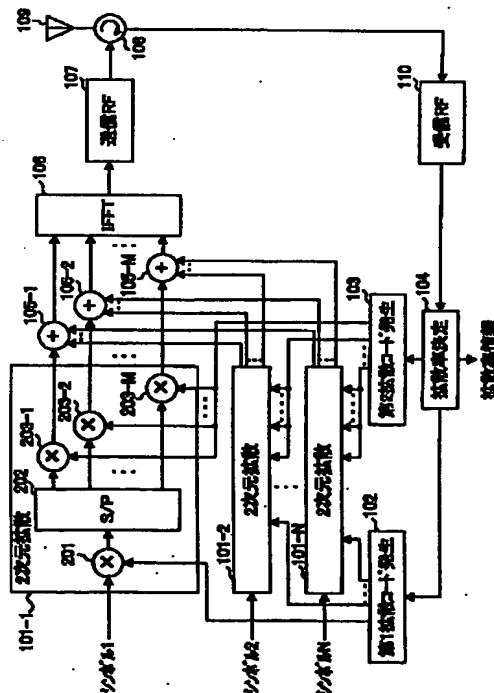
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置および無線通信方法

(57) 【要約】

【課題】 マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせた無線通信において、伝搬状態の悪化による伝送特性の劣化やシステム容量の低下を抑えること。

【解決手段】 拡散率決定部104は、ICIレベルが増加するほど、第1拡散コード発生部102で発生される拡散コードの拡散率Mを高く設定する。つまり、拡散率決定部104は、周波数方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、周波数方向の拡散率Mを高く設定する。また、拡散率決定部104は、ISIレベルが増加するほど、第2拡散コード発生部103で発生される拡散コードの拡散率Lを高く設定する。つまり、拡散率決定部104は、時間方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、時間方向の拡散率Lを高く設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる通信を行う無線通信装置であって、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散する拡散手段と、

拡散して得られたチップ単位データをそれぞれ対応するサブキャリアに割り当ててマルチキャリア信号を生成する生成手段と、

生成されたマルチキャリア信号を送信する送信手段と、を具備し、

前記拡散手段は、

周波数方向および時間方向の各方向に対して伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で拡散を行う、

ことを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】 伝搬路状態に応じて周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を決定する決定手段、

をさらに具備することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項3】 周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率は、サブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項4】 周波数方向の拡散率は、サブキャリア間干渉レベルが増加するほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項3記載の無線通信装置。

【請求項5】 時間方向の拡散率は、シンボル間干渉レベルが増加するほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項3記載の無線通信装置。

【請求項6】 周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率は、拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項7】 周波数方向の拡散率は、伝搬路での最大遅延時間が長くなるほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項6記載の無線通信装置。

【請求項8】 周波数方向の拡散率は、チャネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなるほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項6記載の無線通信装置。

【請求項9】 時間方向の拡散率は、最大ドップラー周波数が高くなるほど高く設定される、

ことを特徴とする請求項6記載の無線通信装置。

【請求項10】 マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる通信を行う無線通信装置であって、マルチキャリア信号を受信する受信手段と、

受信されたマルチキャリア信号から、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率の決定に使用される伝搬路状態を測定する測定手段と、

を具備することを特徴とする無線通信装置。

【請求項11】 伝搬路状態に応じて周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を決定する決定手段、

をさらに具備することを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項12】 前記測定手段は、時間方向において常にチップ単位データが割り当てられない特定周波数のサブキャリアの受信レベルからサブキャリア間干渉レベルを測定する、

10 ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項13】 前記測定手段は、フェージング歪補償後のサブキャリアに挿入されているパイロットシンボルのレベル変動からサブキャリア間干渉レベルを差し引くことによりシンボル間干渉レベルを測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項14】 前記測定手段は、チップ単位データが割り当てられていないサブキャリアの受信レベルからサブキャリア間干渉レベルを差し引くことによりシンボル間干渉レベルを測定する、

20 ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項15】 前記測定手段は、パイロットキャリアのレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項16】 前記測定手段は、振幅情報を用いない変調方式によってシンボルが変調されている場合に、同一周波数のサブキャリア間におけるレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

30 【請求項17】 前記測定手段は、同一周波数のサブキャリア間におけるパイロットシンボルの位相回転速度から最大ドップラー周波数を測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項18】 前記測定手段は、チャネル推定値を逆フーリエ変換して得られる伝搬路のインパルス応答から伝搬路での最大遅延時間を測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項19】 前記測定手段は、チャネル推定値のノッチ周波数間隔の最小値から伝搬路での最大遅延時間を測定する、

40 ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項20】 前記測定手段は、チャネル推定値の周波数方向での利得分散を測定する、

ことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項21】 請求項1から請求項20のいずれかに記載の無線通信装置を搭載することを特徴とする通信端末装置。

【請求項22】 請求項1から請求項20のいずれかに記載の無線通信装置を搭載することを特徴とする基地局装置。

50

【請求項 2 3】 マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせる無線通信方法であって、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散する拡散工程と、

拡散して得られたチップ単位のデータをそれぞれ対応するサブキャリアに割り当ててマルチキャリア信号を生成する生成工程と、

生成されたマルチキャリア信号を送信する送信工程と、を具備し、

前記拡散工程において、

周波数方向および時間方向の各方向に対して伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で拡散を行う、

ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 2 4】 マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせる無線通信方法であって、マルチキャリア信号を受信する受信工程と、

受信されたマルチキャリア信号から、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率の決定に使用される伝搬路状態を測定する測定工程と、

を具備することを特徴とする無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタル通信システムに用いられる無線通信装置および無線通信方法に関し、特に、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調方式等のマルチキャリア変調方式と CDMA (Code Division Multiple Access) 方式とを組み合わせる無線通信を行う無線通信装置および無線通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 無線通信、特に、移動体通信では、音声以外に画像やデータ等、様々な情報が伝送の対象となっている。このため、さらに高速で信頼性の高い伝送に対する要求が高まっている。しかし、移動体通信において高速伝送を行う場合、マルチパスによる遅延波の影響が無視できなくなり、周波数選択性フェージングにより伝送特性が劣化する。

【0003】 周波数選択性フェージング対策の一つとして、OFDM 変調方式等のマルチキャリア変調方式がある。特に OFDM 変調方式は、複数のサブキャリア（搬送波）が相互に直交しているので、マルチキャリア変調方式の中で最も周波数利用効率が高い変調方式である。また、移動体通信では、多元接続方式として CDMA 方式が実用化されている。最近、移動体通信分野では、これら OFDM 変調方式と CDMA 方式とを組み合わせた OFDM-CDMA 方式が注目されている。

【0004】 OFDM-CDMA 方式には、シンボルを周波数方向で拡散する方式（周波数領域拡散方式）と、時間方向で拡散する方式（時間領域拡散方式）とがある。以下、周波数領域拡散方式と時間領域拡散方式とに

ついて説明する。

【0005】 周波数領域拡散方式では、直列系列である N 個のシンボルが 1 シンボルずつ拡散率 M の拡散コードで拡散される。拡散後のチップ単位のデータは M 個並列的に、1 シンボルずつ順次 IFFT（逆高速フーリエ変換）処理がなされる。この結果、M サブキャリアのマルチキャリア信号が N 個生成される。

【0006】 このように、周波数領域拡散方式では、ある 1 つのシンボルから生成されたチップ単位のデータ

10 が、同一時間においてそれぞれ異なるサブキャリアに配置される形になる、すなわち、周波数軸上に分散配置されるため、周波数ダイバーシチ効果は得られるが、時間ダイバーシチ効果は得られない。

【0007】 一方、時間領域拡散方式では、直列系列である N 個のシンボルが並列に変換された後、それぞれのシンボルが拡散率 M の拡散コードで拡散される。拡散後のチップ単位のデータは N 個並列的に、1 チップずつ順次 IFFT 処理がなされる。この結果、N サブキャリアのマルチキャリア信号が M 個生成される。

20 【0008】 このように、時間領域拡散方式では、ある 1 つのシンボルから生成されたチップ単位のデータが、同一周波数において時系列に配置される形になる、すなわち、時間軸上に分散配置されるため、時間ダイバーシチ効果は得られるが、周波数ダイバーシチ効果が得られない。

【0009】 そこで、本出願人は、先に、マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせる無線通信において、周波数ダイバーシチ効果および時間ダイバーシチ効果の双方を得ることを目的として、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散することにより、ある 1 つのシンボルから生成されるチップ単位のデータを周波数軸上および時間軸上の双方に 2 次元的に分散配置させることを内容とする発明を出願した。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、移動体通信では、基地局-移動局間の伝搬路状態が時々刻々変化するため、伝搬路状態が悪化することがある。伝搬路状態が悪化すると、OFDM-CDMA 方式においては、サブキャリア間の直交性や拡散コード間の直交性が崩れてしまい、伝送特性の劣化やシステム容量の低下を招いてしまうことがある。

【0011】 本発明に係る点に鑑みてなされたものであり、マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせる無線通信において、伝搬路状態の悪化による伝送特性の劣化やシステム容量の低下を抑えることができる無線通信装置および無線通信方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明の無線通信装置は、マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせ

わせて通信を行う無線通信装置であって、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散する拡散手段と、拡散して得られたチップ単位データをそれぞれ対応するサブキャリアに割り当ててマルチキャリア信号を生成する生成手段と、生成されたマルチキャリア信号を送信する送信手段と、を具備し、前記拡散手段が、周波数方向および時間方向の各方向に対して伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で拡散を行う構成を採る。

【0013】この構成によれば、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で周波数方向の拡散と時間方向の拡散を行うため、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で両方向の拡散を行うことができる。

【0014】本発明の無線通信装置は、伝搬路状態に応じて周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を決定する決定手段をさらに具備する構成を採る。

【0015】この構成によれば、マルチキャリア信号送信側にて拡散率を決定するため、受信側では決定する必要がなくなるので、受信側の装置構成を簡易にすることができる。

【0016】本発明の無線通信装置は、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率が、サブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定される構成を採る。

【0017】この構成によれば、伝搬路状態が悪化した場合に周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を高めて、サブキャリア間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0018】本発明の無線通信装置は、周波数方向の拡散率が、サブキャリア間干渉レベルが増加するほど高く設定される構成を採る。

【0019】この構成によれば、伝搬路状態が悪化してサブキャリア間干渉レベルが増加した場合に周波数方向の拡散率を高めて、サブキャリア間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0020】本発明の無線通信装置は、時間方向の拡散率が、シンボル間干渉レベルが増加するほど高く設定される構成を採る。

【0021】この構成によれば、伝搬路状態が悪化してシンボル間干渉レベルが増加した場合に時間方向の拡散率を高めて、サブキャリア間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0022】本発明の無線通信装置は、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率が、拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定される構成を採る。

【0023】この構成によれば、伝搬路状態が悪化した場合に周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を高めて、拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0024】本発明の無線通信装置は、周波数方向の拡散率が、伝搬路での最大遅延時間が長くなるほど高く設定される構成を採る。

【0025】この構成によれば、伝搬路状態が悪化して伝搬路での最大遅延時間が長くなった場合に周波数方向の拡散率を高めて、拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0026】本発明の無線通信装置は、周波数方向の拡散率が、チャネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなるほど高く設定される構成を採る。

【0027】この構成によれば、伝搬路状態が悪化してチャネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなった場合に周波数方向の拡散率を高めて、拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0028】本発明の無線通信装置は、時間方向の拡散率が、最大ドップラー周波数が高くなるほど高く設定される構成を採る。

【0029】この構成によれば、最大ドップラー周波数が高くなった場合に時間方向の拡散率を高めて、拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。

【0030】本発明の無線通信装置は、マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる通信を行う無線通信装置であって、マルチキャリア信号を受信する受信手段と、受信されたマルチキャリア信号から、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率の決定に使用される伝搬路状態を測定する測定手段と、を具備する構成を採る。

【0031】この構成によれば、マルチキャリア信号受信側にて、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で周波数方向の拡散と時間方向の拡散を行うことができるようになるため、送信側において、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で両方向の拡散を行うことができる。

【0032】本発明の無線通信装置は、伝搬路状態に応じて周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率を決定する決定手段をさらに具備する構成を採る。

【0033】この構成によれば、マルチキャリア信号受信側にて拡散率を決定するため、送信側では決定する必要がなくなるので、送信側の装置構成を簡易にすることができる。

【0034】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、時間方向において常にチップ単位データが割り当てられない特定周波数のサブキャリアの受信レベルからサブキャリア間干渉レベルを測定する構成を採る。

【0035】この構成によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられるサブキャリア間干渉レベルを正確に測定することができる。

【0036】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、フェージング歪補償後のサブキャリアに挿入されて

10

20

30

40

50

7 いるパイロットシンボルのレベル変動からサブキャリア間干渉レベルを差し引くことによりシンボル間干渉レベルを測定する構成を採る。

【0037】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、チップ単位のデータが割り当てられていないサブキャリアの受信レベルからサブキャリア間干渉レベルを差し引くことによりシンボル間干渉レベルを測定する構成を採る。

【0038】これらの構成によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられるシンボル間干渉レベルを正確に測定することができる。

【0039】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、パイロットキャリアのレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を測定する構成を採る。

【0040】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、振幅情報を用いない変調方式によってシンボルが変調されている場合に、同一周波数のサブキャリア間におけるレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を測定する構成を採る。

【0041】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、同一周波数のサブキャリア間におけるパイロットシンボルの位相回転速度から最大ドップラー周波数を測定する構成を採る。

【0042】これらの構成によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられる最大ドップラー周波数を正確に測定することができる。

【0043】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、チャネル推定値を逆フーリエ変換して得られる伝搬路のインパルス応答から伝搬路での最大遅延時間を測定する構成を採る。

【0044】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、チャネル推定値のノッチ周波数間隔の最小値から伝搬路での最大遅延時間を測定する構成を採る。

【0045】これらの構成によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられる伝搬路での最大遅延時間を正確に測定することができる。

【0046】本発明の無線通信装置は、前記測定手段が、チャネル推定値の周波数方向での利得分散を測定する構成を採る。

【0047】この構成によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられるチャネル推定値の周波数方向での利得分散を正確に測定することができる。

【0048】本発明の通信端末装置は、前記いずれかの無線通信装置を搭載する構成を採る。また、本発明の基地局装置は、前記いずれかの無線通信装置を搭載する構成を採る。

【0049】これらの構成によれば、通信端末装置や基地局装置において、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で、周波数方向の拡散と時間方向の拡散とを行うことができる。

8 【0050】本発明の無線通信方法は、マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる通信を行う無線通信方法であって、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散する拡散工程と、拡散して得られたチップ単位のデータをそれぞれ対応するサブキャリアに割り当ててマルチキャリア信号を生成する生成工程と、生成されたマルチキャリア信号を送信する送信工程と、を具備し、前記拡散工程において、周波数方向および時間方向の各方向に対して伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で拡散を行うようにした。

【0051】この方法によれば、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で周波数方向の拡散と時間方向の拡散を行うため、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で両方向の拡散を行うことができる。

【0052】本発明の無線通信方法は、マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる通信を行う無線通信方法であって、マルチキャリア信号を受信する受信工程と、受信されたマルチキャリア信号から、周波数方向および時間方向の少なくともいずれか一方の拡散率の決定に使用される伝搬路状態を測定する測定工程と、を具備するようにした。

【0053】この方法によれば、マルチキャリア信号送信側にて、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率で周波数方向の拡散と時間方向の拡散を行うことができるようになるため、送信側において、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で両方向の拡散を行うことができる。

【0054】

【発明の実施の形態】本発明の骨子は、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散することにより、ある1つのシンボルから生成されるチップ単位のデータを周波数軸上および時間軸上の双方に2次元的に分散配置させる場合に、伝搬路状態に応じて周波数方向の拡散率および時間方向の拡散率のいずれか一方、または双方を適応的に変化させることである。

【0055】上述したように、本出願人は、先に、マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる無線通信において、周波数ダイバーシチ効果および時間ダイバーシチ効果の双方を得ることを目的として、シンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散することにより、ある1つのシンボルから生成されるチップ単位のデータを周波数軸上および時間軸上の双方に2次元的に分散配置させることを内容とする発明を出願した。この発明は、特願2000-076904、特願2000-308884、および特願2001-076828に記載されている。これらの内容は、すべてここに含める。

【0056】ここで、マルチキャリア変調方式とCDMA方式とを組み合わせる無線通信においては、サブキャリア間の直交性の劣化と拡散コード間の直交性の劣化とが伝送特性を劣化させる。

【0057】サブキャリア間の直交性の劣化とは、例えば、伝搬路にガードインターバル長を超える大きな遅延を有するパスが存在すると、サブキャリアの波形が周囲のシンボル変化の影響を受けて激しく変形することによりサブキャリア間で相互に干渉し合い、サブキャリアの識別能力が低下してしまう現象である。サブキャリア間の直交性が劣化すると、伝送特性が著しく劣化する。

【0058】サブキャリア間の直交性の劣化には、周波数方向での劣化と時間方向での劣化とがあり、それらの原因には、周波数軸上における異なる周波数のサブキャリア間での干渉と、時間軸上における同一周波数のサブキャリア間での干渉とがある。本明細書においては、前者をサブキャリア間干渉（ICI；InterCarrier Interference）といい、後者をシンボル間干渉（ISI；InterSymbol Interference）という。

【0059】図1に、静的2波伝搬路（DUI比5[dB]）において遅延を変化させたときのICIとISIの計算値を示す。図1に示すように、2波の遅延差がちょうど1シンボル時間になると、異なる情報をもつシンボルが完全に重畳するためISIが最大になる。一方、この状態は、決して重畳することのない異なる周波数のサブキャリア間では、シンボル変化の時刻が重なって遅延差0の状態と等しいので、ICIは最小になる。ICIとISIの和は一定で、この和は、DUI比で示される干渉レベルに一致する（BPSK変調では、DUI比5[dB]の場合、ICIとISIの和は-5[dB]になる。信号間距離がBPSK変調の $1/\sqrt{2}$ 倍になるQPSK変調では、DUI比5[dB]の場合、図1に示すように、ICIとISIの和は-2[dB]になる）。

【0060】拡散コード間の直交性の劣化とは、逆拡散時に、拡散コード長内のシンボルに振幅歪や位相歪が存在すると、拡散コード間で相互に干渉し合い、拡散コードの識別能力が低下してしまう現象である。拡散コード間の直交性が劣化すると、伝送特性が劣化する。本出願人が先に出版した発明のようにシンボルを周波数方向および時間方向の双方で拡散する場合には、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化と、時間方向での拡散コード間の直交性の劣化とを考慮する必要がある。

【0061】図2は、代表的な移動通信モデルであるVehicularBにおいて各サブキャリアが受ける周波数選択性フェージングの計算結果（伝達関数）である。この図に示すように、各サブキャリアにおいて非常に大きな振幅歪が見られるので、このままの状態では周波数方向の逆拡散を行っても、周波数方向での拡散コード間の直交性が保たれていないことは明らかである。そこで、パイロットシンボルを周波数方向および時間方向の双方でマルチキャリア信号に挿入して送信し、受信側では、パイロットシンボルを用いてチャネル推定値を求め、このチャネル推定値を用いて各サブキャリアの振幅歪や位相歪を補償する。しかし、補償しきれない変動成分が残ってしま

い、この残留変動成分が拡散コード間の直交性を劣化させることになる。時間方向での拡散コード間の直交性の劣化についても同様である。

【0062】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

（実施の形態1）図3は、本発明の実施の形態1に係る送信側の無線通信装置の構成を示すブロック図である。この図3に示す送信側の無線通信装置は、2次元拡散部101-1～101-Nと、第1拡散コード発生部102と、第2拡散コード発生部103と、拡散率決定部104と、多重部105-1～105-Mと、IFFT（逆高速フーリエ変換）部106と、送信RF部107と、共用器108と、アンテナ109と、受信RF部110と、を備えて構成される。また、2次元拡散部101-1～101-Nは同一の構成を有し、周波数方向拡散器201と、S/P（シリアル/パラレル変換）部202と、時間方向拡散器203-1～203-Mと、を備えて構成される。

【0063】また、図4は、本発明の実施の形態1に係る受信側の無線通信装置の構成を示すブロック図である。この図4に示す受信側の無線通信装置は、アンテナ301と、共用器302と、受信RF部303と、FFT（高速フーリエ変換）部304と、2次元逆拡散器305-1～305-Nと、第2拡散コード発生部306と、第1拡散コード発生部307と、伝搬路状態測定部308と、送信RF部309と、を備えて構成される。また、2次元逆拡散器305-1～305-Nは同一の構成を有し、時間方向逆拡散器401-1～401-Mと、P/S（パラレル/シリアル変換）部402と、周波数方向逆拡散器403と、を備えて構成される。

【0064】図3に示す送信側の無線通信装置において、シンボル1～Nの各シンボルは、周波数方向拡散器201により拡散率Mの拡散符号で拡散される。この拡散符号は、第1拡散コード発生部102で発生されるものであり、拡散率Mは、受信側の無線通信装置で測定された伝搬路状態に応じて拡散率決定部104により決定されたものである。すなわち、第1拡散コード発生部102で発生される拡散コードの拡散率Mは、伝搬路状態に応じて変更可能なものである。また、各2次元拡散部101-1～101-Nに対して第1拡散コード発生部102が発生する拡散コードは、同一の拡散率Mで、それぞれ相互に直交する拡散コードである。拡散後のMチップのチップ単位のデータは、S/P部202に入力される。S/P部202では、直列に入力されたMチップのチップ単位のデータが並列に変換される。周波数方向拡散器201とS/P部202での処理により、シンボル1～Nが周波数方向（周波数軸上）にMチップに拡散されて、その結果、Mチップのチップ単位のデータがそれぞれ異なる周波数のサブキャリアに割り当てられることになる。

【0065】S/P部202で並列に変換されたMチップのチップ単位のデータはそれぞれ、時間方向拡散器203-1~203-Mにより、拡散率Lの拡散符号でさらに拡散される。すなわち、周波数方向(周波数軸上)でMチップに拡散されたシンボルが、さらに、時間方向(時間軸上)でLチップに拡散される。この拡散符号は、第2拡散コード発生部103で発生されるものであり、拡散率Lは、受信側の無線通信装置で測定された伝搬路状態に応じて拡散率決定部104により決定されたものである。すなわち、第2拡散コード発生部103で発生される拡散コードの拡散率Lは、伝搬路状態に応じて変更可能なものである。また、各2次元拡散部101-1~101-Nに対して第2拡散コード発生部103が発生する拡散コードは、同一の拡散率Lで、それぞれ相互に直交する拡散コードである。

【0066】時間方向拡散器203-1~203-Mで拡散されたチップ単位のデータは、M個並列的に多重部105-1~105-Mに入力される。多重部105-1~105-Mではそれぞれ、2次元拡散部101-1~101-Nで拡散されたシンボル1~Nのチップ単位のデータが符号分割多重されて、IFFT部106に入力される。IFFT部106では、符号分割多重されたチップ単位のデータが、それぞれ対応するサブキャリアに割り当てられてIFFT処理がなされることにより、マルチキャリア信号(OFDMシンボル)が生成される。これにより、時間方向にL個のマルチキャリア信号が生成される。なお、マルチキャリア信号(OFDMシンボル)の複数のサブキャリアは相互に直交している。IFFT部106で生成されたマルチキャリア信号は、送信RF部107で所定の無線処理(D/A変換やアップコンバート等)を施された後、共用器108、アンテナ109を介して、受信側の無線通信装置に送信される。なお、共用器109は、送受の切り替えを行うためのものである。

【0067】ここで、図3に示す送信側の無線通信装置から送信されるマルチキャリア信号について説明する。図5は、マルチキャリア信号のスペクトラムの一例を示す図である。この図に示すように、本実施の形態におけるマルチキャリア信号には、データを送信しないサブキャリア(以下「無送信サブキャリア」という)とパイロットキャリアとが含まれる。また、無送信サブキャリアには、時間方向において常にチップ単位のデータが割り当てられない特定周波数のサブキャリア(以下「送信オフサブキャリア」という)と、ある時刻においてチップ単位のデータが割り当てられていないサブキャリア(以下「送信オフシンボル」という)がある。また、パイロットキャリアに隣接しているサブキャリア(以下「隣接サブキャリア」という)にはパイロットシンボルが挿入されている(図5ではサブキャリアf15)。このマルチキャリア信号のスペクトラムは、以下の実施の形態に

おいても同様である。

【0068】送信側の無線通信装置が送信したマルチキャリア信号は、図4に示す受信側の無線通信装置により、アンテナ301、共用器302を介して受信され、受信RF部303で所定の無線処理(ダウンコンバートやA/D変換等)を施された後、FFT部304に入力される。FFT部304では、マルチキャリア信号に対してFFT処理がなされることにより、各サブキャリアにより送信されたデータが取り出される。順次受信されるL個のマルチキャリア信号に対して同様の処理がなされて、取り出されたデータは時間方向逆拡散器401-1~401-Mに入力される。また、取り出されたデータは、伝搬路状態測定部308に入力される。

【0069】時間方向逆拡散器401-1~401-Mでは、送信側の無線通信装置の時間方向拡散器203-1~203-Mで用いられたのと同じ拡散符号(拡散率L)で、入力されたデータに対して逆拡散処理が施される。すなわち、時間方向での逆拡散処理が行われる。この拡散符号は、第2拡散コード発生部306で発生されるものであり、拡散率Lは、送信側の無線通信装置の拡散率決定部104により決定され、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知されたものである。なお、拡散率情報は、所定のチャネルを使用して通知してもよいし、マルチキャリア信号に含めて通知してもよく、その通知方法は特に限定されない。逆拡散後のMチップのチップ単位のデータは、P/S部402で直列に変換されて、周波数方向逆拡散器403に入力される。

【0070】周波数方向逆拡散器403では、送信側の無線通信装置の周波数方向拡散器201で用いられたのと同じ拡散符号(拡散率M)で、入力されたデータに対して逆拡散処理が施される。すなわち、周波数方向での逆拡散処理が行われる。この拡散符号は、第1拡散コード発生部307で発生されるものであり、拡散率Mは、送信側の無線通信装置の拡散率決定部104により決定され、拡散率L同様、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知されたものである。

【0071】2次元逆拡散部305-1~305-Nで、このような時間方向の逆拡散と周波数方向の逆拡散とが行われて、シンボル1~Nが得られる。

【0072】また、伝搬路状態測定部308では、送信側の無線通信装置から送信されたマルチキャリア信号の伝搬路状態が、以下のようにして測定される。図6は、本実施の形態に係る伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。本実施の形態では、伝搬路状態としてICIレベルを以下のようにして測定する。

【0073】送信オフサブキャリアは、時間方向において常にチップ単位のデータが割り当てられないサブキャリアなので、本来ならば受信レベルが0である。また、送信オフサブキャリアでは、ISIもない。よって、送信オフサブキャリアの受信レベルは、他のサブキャリア

13

からの干渉であるICIによるもののみとなる。そこで、図6に示す伝搬路状態測定部308において、送信オフサブキャリア選択部501で送信オフサブキャリアを選択し、レベル測定部502で送信オフサブキャリアの受信レベルを測定することにより、ICIレベルを測定する。測定されたICIレベルは図4に示す送信RF部309で所定の無線処理(D/A変換やアップコンバート等)を施された後、共用器302、アンテナ301を介して送信側の無線通信装置に通知される。

【0074】図3に示す送信側の無線通信装置では、アンテナ109、共用器108を介して受信されたICIレベルが、受信RF部110で所定の無線処理(ダウンコンバートやA/D変換等)を施された後、拡散率決定部104に入力される。

【0075】周波数方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、ICIレベルが大きくなり、伝送特性が劣化する。ここで、周波数方向の拡散率を2倍にするとSIR (Signal to Interference Ratio) が約3[dB]改善できることが分かっている。そこで、拡散率決定部104は、ICIレベルが増加するほど、第1拡散コード発生部102で発生される拡散コードの拡散率Mを高く設定する。つまり、拡散率決定部104は、周波数方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、周波数方向の拡散率Mを高く設定することで、周波数方向でのサブキャリア間の直交性の劣化を抑える。このようにして周波数方向の拡散率を高めることにより、ICIによる伝送特性の劣化を抑えることができる。拡散率決定部104で決定された周波数方向の拡散率Mは、第1拡散コード発生部102に送られるとともに、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知される。

【0076】なお、周波数方向の拡散率Mの上限は、伝送に使用されるサブキャリア数であるため、周波数方向の拡散率を所望の値まで高めることができない場合も考えられる。しかし、この場合には、伝送速度を低下させて、周波数方向の拡散率の不足分だけ時間方向の拡散率を高めることにより、伝送特性の劣化を抑えることができる。

【0077】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率Mで周波数方向の拡散を行うため、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で周波数方向の拡散を行うことができる。また、マルチキャリア信号送信側にて拡散率を決定するため、受信側では決定する必要がなく、受信側の装置構成を簡易にすることができる。また、伝搬路状態が悪化してサブキャリア間干渉レベルが増加した場合に周波数方向の拡散率を高めて、周波数方向でのサブキャリア間の直交性の劣化を抑えることができる。さらに、本実施の形態によれば、比較的簡易な方法で、周波数方向の拡散率の設定に用いられるサブキャリア間干

14

渉レベルを正確に測定することができる。

【0078】(実施の形態2) 本実施の形態に係る無線通信装置は、シンボル間干渉レベルが増加するほど時間方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態1と相違する。

【0079】図5に示したように、送信側の無線通信装置から送信されるマルチキャリア信号には定包絡線振幅のパイロットキャリアが含まれている。このパイロットキャリアは、任意の遅延パス成分が存在しても定包絡線になるので、受信側の無線通信装置で受信されるパイロットキャリアの包絡線振幅変動は、フェージングによる時間変動を表す。一方、隣接サブキャリアも、パイロットキャリアとほぼ同じフェージング変動を受けているものと考えられる。そこで、本実施の形態では、以下のようにして、伝搬路状態としてISIレベルを測定する。

【0080】図7は、本発明の実施の形態2に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。なお、図7において、図6に示す構成部分と同一のものには同一番号を付し、詳しい説明を省略する。

【0081】図7に示す伝搬路状態測定部308において、パイロットキャリア選択部503では、パイロットキャリアが選択されてフェージング歪除去部505に入力される。また、隣接サブキャリア選択部504では、隣接サブキャリアが選択されてフェージング歪除去部505に入力される。

【0082】フェージング歪除去部505の構成は、図8に示すようになる。図8において、まず、包絡線振幅計算部508により、パイロットキャリアの包絡線振幅のフェージングによる振幅歪が求められて、複素除算器509および複素除算器510に入力される。複素除算器509では、パイロットキャリアの振幅が包絡線振幅計算部508で求められた振幅歪で複素除算されることにより、パイロットキャリアの振幅歪が補償されて定包絡線信号になる。また、複素除算器510では、隣接サブキャリアの振幅が包絡線振幅計算部508で求められた振幅歪で複素除算されることにより、隣接サブキャリアの振幅歪が補償されて定包絡線信号になる。

【0083】次いで、遅延器511(遅延時間T)および複素乗算器512により、定包絡線になったパイロットキャリアを遅延検波することにより、検波に用いた遅延時間T内の位相変化を検出して、この位相変化をフェージングによる位相歪として複素除算器513に入力する。そして、複素除算器513では、隣接サブキャリアの位相が複素乗算器512から入力された位相歪で複素除算されることにより、隣接サブキャリアの位相歪が補償される。このようにして、隣接サブキャリアは、フェージングによる振幅歪および位相歪(両者を合わせて、フェージング歪とする)を補償された後、レベル測定部506に入力される。

【0084】なお、遅延時間 T は、長くするほど検出可能な位相歪の範囲が狭まり、短くするほど複素乗算等での消費電力が大きくなってしまいうため、これらのことを考慮して適当な値に定める必要がある。

【0085】上述したように、隣接サブキャリアにはパイロットシンボルが挿入されている。図7に示すレベル測定部506では、このパイロットシンボルのレベル変動が測定されて減算器507に入力される。このパイロットシンボルのレベル変動は、サブキャリア間の直交性の劣化に起因して発生したICIとISIの和によるものである。そこで、減算器507により、レベル測定部506で測定されたレベル変動から、レベル測定部502で測定されたICIレベルを差し引くことにより、ISIレベルを測定することができる。測定されたISIレベルは図4に示す送信RF部309で所定の無線処理を施された後、共用器302、アンテナ301を介して送信側の無線通信装置に通知される。

【0086】図3に示す送信側の無線通信装置では、アンテナ109、共用器108を介して受信されたISIレベルが、受信RF部110で所定の無線処理を施された後、拡散率決定部104に入力される。

【0087】時間方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、ISIレベルが大きくなり、伝送特性が劣化する。そこで、拡散率決定部104は、ISIレベルが増加するほど、第2拡散コード発生部103で発生される拡散コードの拡散率 L を高く設定する。つまり、拡散率決定部104は、時間方向でのサブキャリア間の直交性の劣化が大きくなるほど、時間方向の拡散率 L を高く設定することで、時間方向でのサブキャリア間の直交性の劣化を抑える。このようにして時間方向の拡散率を高めることにより、ISIによる伝送特性の劣化を抑えることができる。拡散率決定部104で決定された時間方向の拡散率 L は、第2拡散コード発生部103に送られるとともに、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知される。

【0088】なお、マルチキャリア信号に複数のパイロットキャリアが含まれる場合には、それぞれの隣接サブキャリアに挿入されているパイロットシンボルについてISIレベルを測定し、平均することによりISIレベルの測定精度をさらに高めることができる。

【0089】また、上記説明では、ISIレベルの測定にパイロットシンボルを用いたが、変調方式が振幅情報を用いない一定振幅の変調方式（例えば、QPSK変調等）であれば、任意のシンボルによりISIレベルを測定することも可能である。

【0090】また、時間方向の拡散率を高めるには伝送速度を下げる必要があるのに対し、一般に伝送速度に対してはシステム上の下限値を設定するため、時間方向の拡散率を所望の値まで高めることができない場合も考えられる。しかし、この場合には、使用するサブキャリア

数を増やして、時間方向の拡散率の不足分だけ周波数方向の拡散率を高めることにより、伝送特性の劣化を抑えることができる。

【0091】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、時々刻々変化する伝搬路状態に応じて変更可能な拡散率 L で時間方向の拡散を行うため、伝搬路状態に応じた適切な拡散率で時間方向の拡散を行うことができる。また、伝搬路状態が悪化してシンボル間干渉レベルが増加した場合に時間方向の拡散率を高めて、時間方向でのサブキャリア間の直交性の劣化を抑えることができる。さらに、本実施の形態によれば、比較的簡易な方法で、時間方向の拡散率の設定に用いられるシンボル間干渉レベルを正確に測定することができる。

【0092】（実施の形態3）本実施の形態に係る無線通信装置は、シンボル間干渉レベルが増加するほど時間方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態2と同一であり、シンボル間干渉レベルを、送信オフシンボルを用いて測定する点において実施の形態2と相違する。

【0093】図9は、本発明の実施の形態3に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。なお、図9において、図6に示す構成部分と同一のものには同一番号を付し、詳しい説明を省略する。

【0094】図9において、送信オフシンボル選択部514では、送信オフシンボルが選択されてレベル測定部515に入力される。レベル測定部515では、この送信オフシンボルの受信レベルが測定されて減算器516に入力される。この送信オフシンボルの受信レベルは、サブキャリア間の直交性の劣化に起因して発生したICIとISIの和によるものである。そこで、減算器516により、レベル測定部515で測定された受信レベルから、レベル測定部502で測定されたICIレベルを差し引くことにより、ISIレベルを測定することができる。測定されたISIレベルは図4に示す送信RF部309で所定の無線処理を施された後、共用器302、アンテナ301を介して送信側の無線通信装置に通知される。以下、送信側の無線通信装置の動作は、実施の形態2と同一となるため、説明を省略する。

【0095】なお、マルチキャリア信号に複数の送信オフシンボルが含まれる場合には、それぞれの送信オフシンボルについてISIレベルを測定し、平均することによりISIレベルの測定精度をさらに高めることができる。

【0096】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、実施の形態2と同様の効果を呈する。

【0097】（実施の形態4）実施の形態4～6に係る無線通信装置は、時間方向の拡散率を、拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定するものである。より具体的には、時間方向の拡散率を、最大ドップ

ラー周波数が高くなるほど高く設定するものである。まず、本実施の形態では、パイロットキャリアのレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を測定する場合について説明する。

【0098】図10は、本発明の実施の形態4に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。図10において、パイロットキャリア選択部601では、パイロットキャリアが選択されてレベル変動速度測定部602に入力される。

【0099】ここで、パイロットキャリアは、任意の遅延パス成分が存在しても定包絡線になるので、受信側の無線通信装置で受信されるパイロットキャリアの包絡線振幅変動は、フェージングによる時間変動を表す。そこで、レベル変動速度測定部602では、パイロットキャリアの包絡線振幅が単位時間当たりに所定のレベルを交差する回数（すなわち、パイロットキャリアのレベル変動の速度）を測定することにより、フェージングにおける最大ドップラー周波数 f_d を求めることができる。求められた最大ドップラー周波数 f_d は、図4に示す送信RF部309で所定の無線処理を施された後、共用器302、アンテナ301を介して送信側の無線通信装置に通知される。

【0100】図3に示す送信側の無線通信装置では、アンテナ109、共用器108を介して受信された最大ドップラー周波数 f_d が、受信RF部110で所定の無線処理を施された後、拡散率決定部104に入力される。

【0101】時間方向での拡散コード長 $\gg f_d^{-1}$ であるときには、拡散コード長内でのレベル変動が無視できず、時間方向における拡散コード間の直交性が劣化している。そこで、拡散率決定部104は、最大ドップラー周波数 f_d が高くなるほど、第2拡散コード発生部103で発生される拡散コードの拡散率 L を高く設定する。つまり、拡散率決定部104は、時間方向での拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど、時間方向での拡散率 L を高く設定することで、時間方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑える。このようにして時間方向での拡散率を高めることにより、伝送特性の劣化を抑えることができる。拡散率決定部104で決定された時間方向での拡散率 L は、第2拡散コード発生部103に送られるとともに、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知される。

【0102】なお、マルチキャリア信号に複数のパイロットキャリアが含まれる場合には、それぞれのパイロットキャリアについて最大ドップラー周波数 f_d を求め、平均することにより最大ドップラー周波数 f_d の測定精度をさらに高めることができる。

【0103】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、伝搬路状態が悪化して最大ドップラー周波数が高くなった場合に時間方向の拡散率を高めて、時間

方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。さらに、本実施の形態によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられる最大ドップラー周波数を正確に測定することができる。

【0104】（実施の形態5）本実施の形態に係る無線通信装置は、最大ドップラー周波数が高くなるほど時間方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態4と同一であり、振幅情報を用いない変調方式によってシンボルが変調されている場合に、同一周波数のサブキャリア間におけるレベル変動の速度から最大ドップラー周波数を求める点において実施の形態4と相違する。

【0105】図11は、本発明の実施の形態5に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。図11において、サブキャリア選択部603では、パイロットキャリアや無送信サブキャリア以外の特定周波数のサブキャリアが選択されてレベル変動速度測定部604に入力される。

【0106】ここで、振幅情報を用いない一定振幅の変調方式（例えば、QPSK変調等）によりシンボルが変調されている場合には、同一周波数のサブキャリア間におけるシンボル振幅の変動は、フェージングによる時間変動を表す。そこで、レベル変動速度測定部604では、特定周波数のサブキャリアのシンボル振幅が単位時間当たりに所定のレベルを交差する回数（すなわち、同一周波数のサブキャリア間におけるレベル変動の速度）を測定することにより、フェージングにおける最大ドップラー周波数 f_d を求めることができる。求められた最大ドップラー周波数 f_d は、図4に示す送信RF部309で所定の無線処理を施された後、共用器302、アンテナ301を介して送信側の無線通信装置に通知される。以下、送信側の無線通信装置の動作は、実施の形態4と同一となるため、説明を省略する。

【0107】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、実施の形態4と同様の効果を呈する。

【0108】（実施の形態6）本実施の形態に係る無線通信装置は、最大ドップラー周波数が高くなるほど時間方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態4と同一であり、同一周波数のサブキャリア（ここでは、隣接サブキャリア）間におけるパイロットシンボルの位相回転速度から最大ドップラー周波数を求める点において実施の形態4と相違する。

【0109】図12は、本発明の実施の形態6に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部308の構成を示すブロック図である。図12において、パイロットシンボル選択部605では、パイロットシンボルが挿入されているサブキャリア（ここでは、隣接サブキャリア）が選択されて位相回転速度測定部606に入力される。

【0110】ここで、パイロットシンボルに伝搬路で加わった振幅歪および位相歪は容易に検出することができ

る。そこで、位相回転速度測定部 606 では、パイロットシンボルの位相歪の時間変化（すなわち、同一周波数のサブキャリア間におけるパイロットシンボルの位相回転速度）を測定することにより、最大ドップラー周波数 f_d を求めることができる。求められた最大ドップラー周波数 f_d は、図 4 に示す送信 RF 部 309 で所定の無線処理を施された後、共用器 302、アンテナ 301 を介して送信側の無線通信装置に通知される。以下、送信側の無線通信装置の動作は、実施の形態 4 と同一となるため、説明を省略する。

【0111】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、実施の形態 4 と同様の効果を呈する。

【0112】（実施の形態 7）実施の形態 7～9 に係る無線通信装置は、周波数方向の拡散率を、拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど高く設定するものである。より具体的には、実施の形態 7 および 8 では、伝搬路での最大遅延時間が長くなるほど周波数方向の拡散率を高く設定する。まず、本実施の形態では、チャンネル推定値を逆フーリエ変換して得られる伝搬路のインパルス応答から伝搬路での最大遅延時間を測定する場合について説明する。

【0113】図 13 は、本発明の実施の形態 7 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部 308 の構成を示すブロック図である。図 13 において、チャンネル推定部 701 では、パイロットシンボルを用いてチャンネル推定値を求める。ここで、チャンネル推定部 701 で求められるチャンネル推定値は、例えば Vehicular B 伝搬路であれば、図 2 に示した伝達関数をサブキャリアの周波数間隔でサンプリングしたものになる。よって、このチャンネル推定値に対して IFFT 部 702 で IFFT 処理を施すことにより、伝搬路のインパルス応答が得られる（図 14）。IFFT 部 702 で得られたインパルス応答は、最大遅延時間測定部 703 に入力される。

【0114】最大遅延時間測定部 703 では、図 14 に示すようなインパルス応答から、所定レベル以上（ここでは、 -20 [dB] 以上とする）のパスが分布する最大遅延時間 τ_{\dots} （図 14 の例では、 $\tau_{\dots} = 20$ [μ s] となる）を測定する。測定された、伝搬路での最大遅延時間 τ_{\dots} は、図 4 に示す送信 RF 部 309 で所定の無線処理を施された後、共用器 302、アンテナ 301 を介して送信側の無線通信装置に通知される。

【0115】図 3 に示す送信側の無線通信装置では、アンテナ 109、共用器 108 を介して受信された最大遅延時間 τ_{\dots} が、受信 RF 部 110 で所定の無線処理を施された後、拡散率決定部 104 に入力される。

【0116】周波数方向での拡散コード長 $\gg \tau_{\dots}$ であるときには、拡散コード長内でのレベル変動が無視できず、周波数方向における拡散コード間の直交性が劣化している。そこで、拡散率決定部 104 は、最大遅延時間 τ_{\dots} が長くなるほど、第 1 拡散コード発生部 102

で発生される拡散コードの拡散率 M を高く設定する。つまり、拡散率決定部 104 は、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど、周波数方向の拡散率 M を高く設定することで、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑える。このようにして周波数方向の拡散率を高めることにより、伝送特性の劣化を抑えることができる。拡散率決定部 104 で決定された周波数方向の拡散率 M は、第 1 拡散コード発生部 102 に送られるとともに、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知される。

【0117】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、伝搬路状態が悪化して伝搬路での最大遅延時間が長くなった場合に周波数方向の拡散率を高めて、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。さらに、本実施の形態によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられる伝搬路での最大遅延時間を正確に測定することができる。

【0118】（実施の形態 8）本実施の形態に係る無線通信装置は、伝搬路での最大遅延時間が長くなるほど周波数方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態 7 と同一であり、チャンネル推定値のノッチ周波数間隔の最小値から伝搬路での最大遅延時間を測定する点において実施の形態 7 と相違する。

【0119】図 15 は、本発明の実施の形態 8 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部 308 の構成を示すブロック図である。なお、図 15 において、図 13 に示す構成部分と同一のものには同一番号を付し、詳しい説明を省略する。

【0120】実施の形態 7 同様、チャンネル推定部 701 で求められるチャンネル推定値は、例えば Vehicular B 伝搬路であれば、図 2 に示した伝達関数をサブキャリアの周波数間隔でサンプリングしたものになる。そこで、ノッチ周波数間隔測定部 705 では、チャンネル推定値の最小ノッチ周波数間隔を検出し、検出した最小ノッチ周波数間隔の逆数を求めることにより、最大遅延時間 τ_{\dots} を測定することができる。測定された最大遅延時間 τ_{\dots} は図 4 に示す送信 RF 部 309 で所定の無線処理を施された後、共用器 302、アンテナ 301 を介して送信側の無線通信装置に通知される。以下、送信側の無線通信装置の動作は、実施の形態 7 と同一となるため、説明を省略する。

【0121】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、実施の形態 7 と同様の効果を呈する。

【0122】（実施の形態 9）本実施の形態に係る無線通信装置は、拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど周波数方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態 7 と同一であり、チャンネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなるほど周波数方向の拡散率を高く設定する点において実施の形態 7 と相違する。

【0123】図 16 は、本発明の実施の形態 9 に係る受

10

20

30

40

50

信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部 308 の構成を示すブロック図である。なお、図 16 において、図 13 に示す構成部分と同一のものには同一番号を付し、詳しい説明を省略する。

【0124】実施の形態 7 同様、チャンネル推定部 701 で求められるチャンネル推定値は、例えば Vehicular B 伝搬路であれば、図 2 に示した伝達関数をサブキャリアの周波数間隔でサンプリングしたものになる。そこで、分散測定部 706 では、チャンネル推定値の周波数方向での利得分散を測定することができる。測定された、利得分散値は、図 4 に示す送信 RF 部 309 で所定の無線処理を施された後、共用器 302、アンテナ 301 を介して送信側の無線通信装置に通知される。

【0125】図 3 に示す送信側の無線通信装置では、アンテナ 109、共用器 108 を介して受信された利得分散値が、受信 RF 部 110 で所定の無線処理を施された後、拡散率決定部 104 に入力される。

【0126】周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど、チャンネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなり、伝送特性が劣化する。そこで、拡散率決定部 104 は、利得分散が大きくなるほど、第 1 拡散コード発生部 102 で発生される拡散コードの拡散率 M を高く設定する。つまり、拡散率決定部 104 は、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化が大きくなるほど、周波数方向の拡散率 M を高く設定することで、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑える。このようにして周波数方向の拡散率を高めることにより、伝送特性の劣化を抑えることができる。拡散率決定部 104 で決定された周波数方向の拡散率 M は、第 1 拡散コード発生部 102 に送られるとともに、拡散率情報として受信側の無線通信装置に通知される。

【0127】このように本実施の形態に係る無線通信装置によれば、伝搬路状態が悪化してチャンネル推定値の周波数方向での利得分散が大きくなった場合に周波数方向の拡散率を高めて、周波数方向での拡散コード間の直交性の劣化を抑えることができる。さらに、本実施の形態によれば、比較的簡易な方法で、拡散率の設定に用いられるチャンネル推定値の周波数方向での利得分散を正確に測定することができる。

【0128】なお、実施の形態 1~9 を適宜組み合わせることも可能である。例えば、実施の形態 1 と実施の形態 2 とを組み合わせ、周波数方向の拡散率および時間方向の拡散率の双方を変化させることも可能である。

【0129】また、送信側の無線通信装置の拡散率決定部 104 と同様のものを受信側の無線通信装置に備え、送信側の無線通信装置に代えて受信側の無線通信装置にて拡散率を決定し、送信側の無線通信装置に通知するようにしてもよい。このように受信側の無線通信装置で拡散率を決定することにより、送信側の無線通信装置では

決定する必要がなくなる。また、送信側の装置構成を簡易にすることができる。

【0130】本発明は、移動体通信システムで使用される基地局装置や通信端末装置に好適に適用できる。

【0131】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、マルチキャリア変調方式と CDMA 方式とを組み合わせた無線通信において、伝搬路状態の悪化による伝送特性の劣化やシステム容量の低下を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】静的 2 波伝搬路 (DUI 比 5 [dB]) において遅延を変化させたときの ICI と ISI の計算値を示す図

【図 2】代表的な移動通信モデルである Vehicular B において各サブキャリアが受ける周波数選択性フェージングの計算結果 (伝達関数) を示す図

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係る送信側の無線通信装置の構成を示すブロック図

【図 4】本発明の実施の形態 1 に係る受信側の無線通信装置の構成を示すブロック図

【図 5】マルチキャリア信号のスペクトラムの一例を示す図

【図 6】本発明の実施の形態 1 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 7】本発明の実施の形態 2 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 8】本発明の実施の形態 2 に係る受信側の無線通信装置に備えられるフェージング歪除去部の構成を示すブロック図

【図 9】本発明の実施の形態 3 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 10】本発明の実施の形態 4 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 11】本発明の実施の形態 5 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 12】本発明の実施の形態 6 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 13】本発明の実施の形態 7 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 14】伝搬路のインパルス応答を示す図

【図 15】本発明の実施の形態 8 に係る受信側の無線通信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【図 16】本発明の実施の形態 9 に係る受信側の無線通

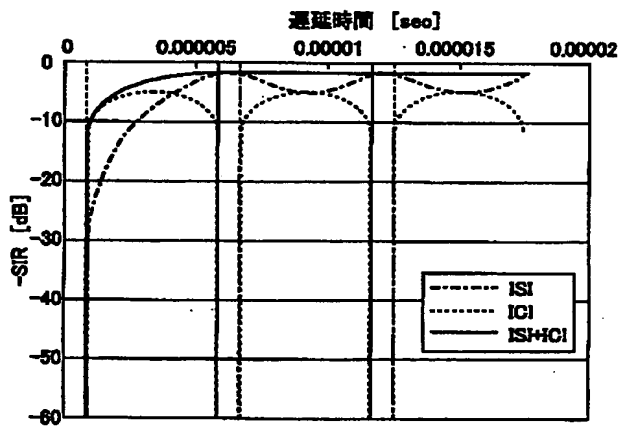
23

信装置に備えられる伝搬路状態測定部の構成を示すブロック図

【符号の説明】

101-1~101-N 2次元拡散部
 102 第1拡散コード発生部
 103 第2拡散コード発生部
 104 拡散率決定部
 105-1~105-M 多重部
 106 IFFT部
 107 送信RF部
 108 共用器
 109 アンテナ
 110 受信RF部
 201 周波数方向拡散器
 202 S/P部
 203-1~203-M 時間方向拡散器
 301 アンテナ
 302 共用器
 303 受信RF部
 304 FFT部
 305-1~305-N 2次元逆拡散器
 306 第2拡散コード発生部
 307 第1拡散コード発生部
 308 伝搬路状態測定部
 309 送信RF部

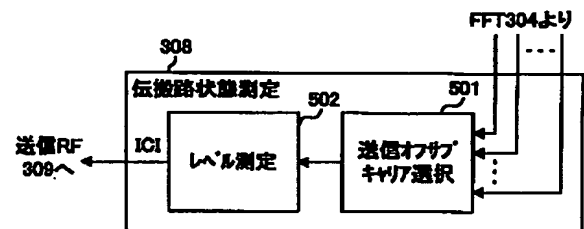
【図1】



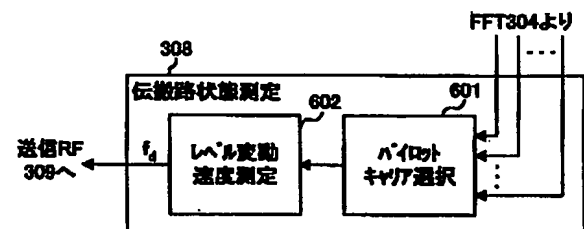
24

401-1~401-M 時間方向逆拡散器
 402 P/S部
 403 周波数方向逆拡散器
 501 送信オフサブキャリア選択部
 502 レベル測定部
 503 パイロットキャリア選択部
 504 隣接サブキャリア選択部
 505 フェージング歪除去部
 506 レベル測定部
 10 507 減算器
 514 送信オフシンボル選択部
 515 レベル測定部
 516 減算器
 601 パイロットキャリア選択部
 602 レベル変動速度測定部
 603 サブキャリア選択部
 604 レベル変動速度測定部
 605 パイロットシンボル選択部
 606 位相回転速度測定部
 20 701 チャンネル推定部
 702 IFFT部
 703 最大遅延時間測定部
 705 ノッチ周波数間隔測定部
 706 分散測定部

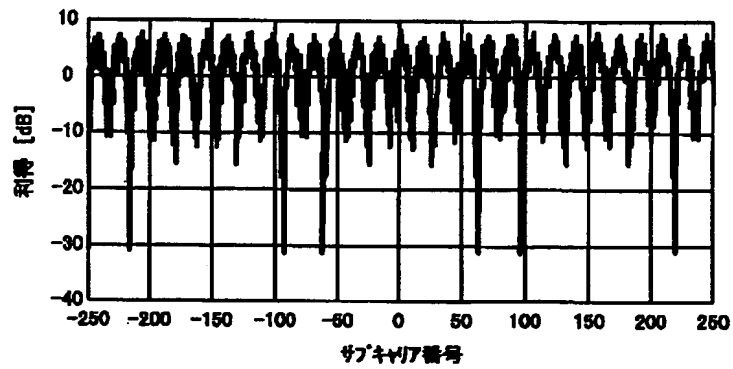
【図6】



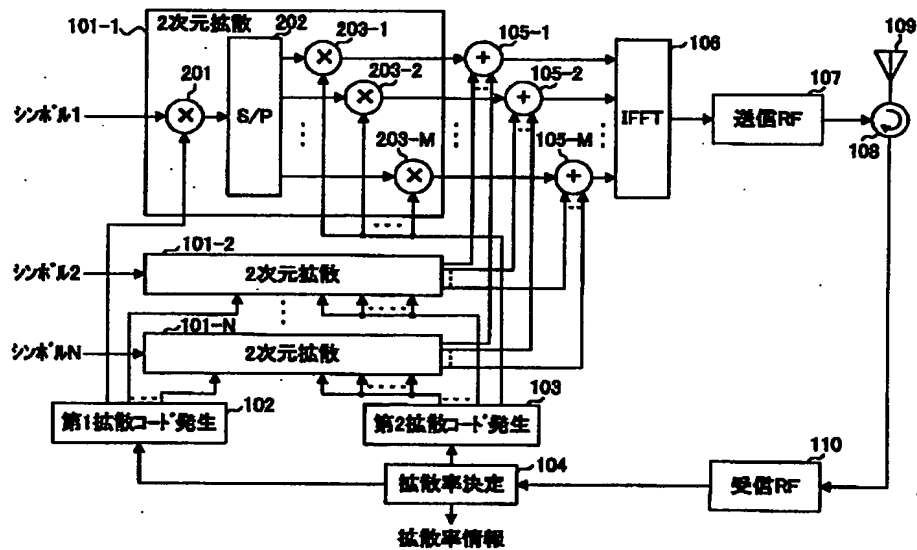
【図10】



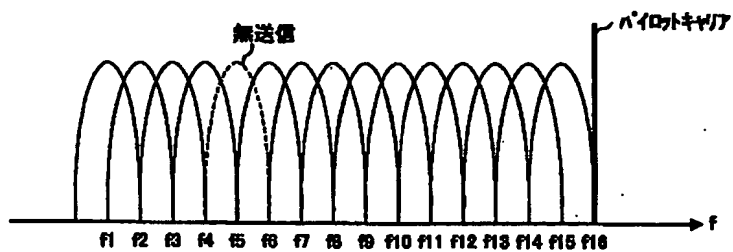
【図2】



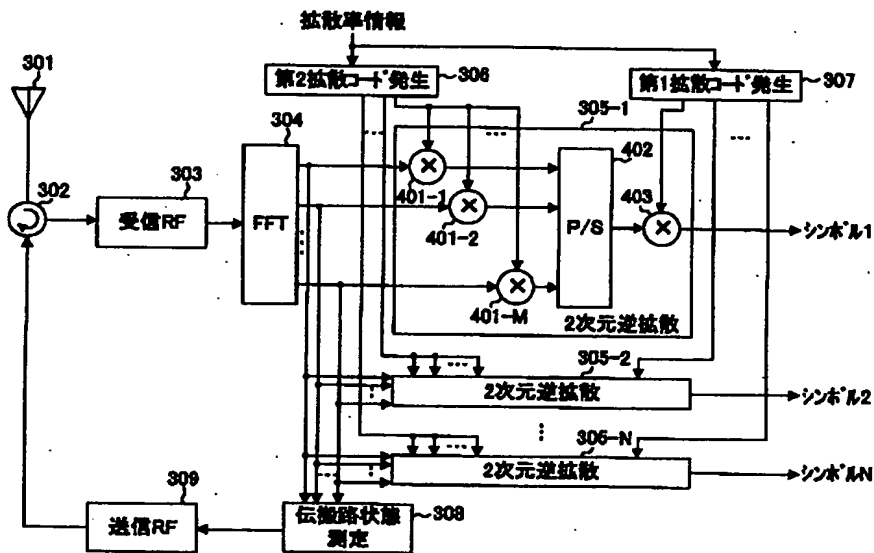
【図3】



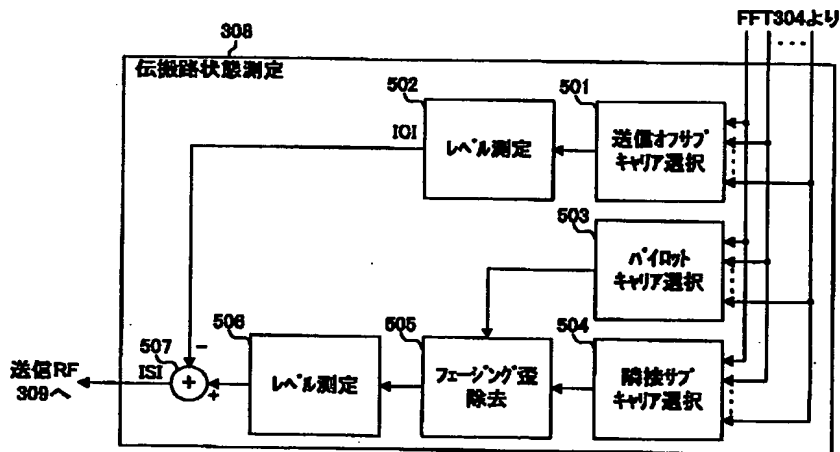
【図5】



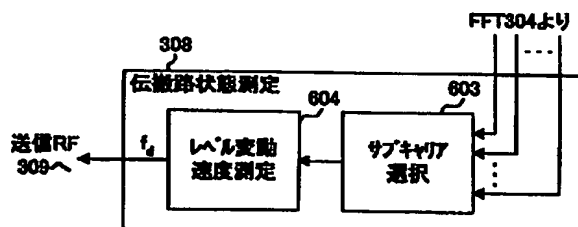
【図 4】



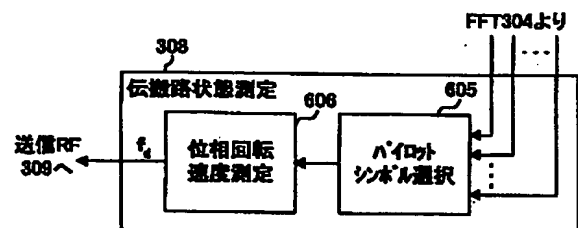
【図 7】



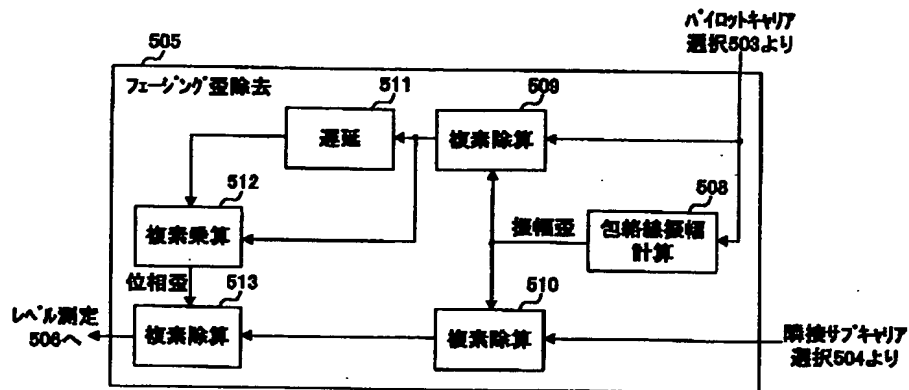
【図 11】



【図 12】

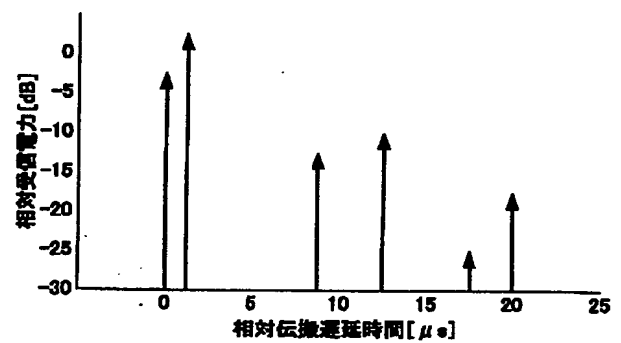
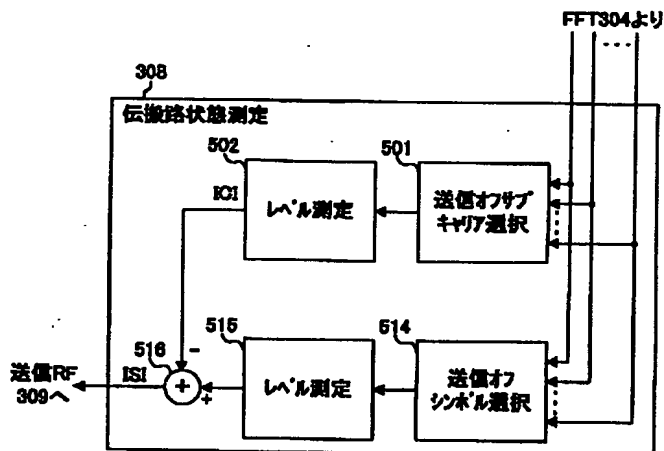


【図 8】

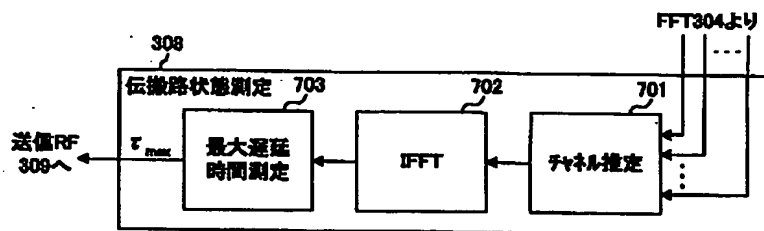


【図 9】

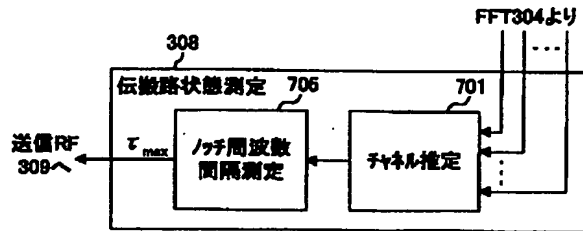
【図 14】



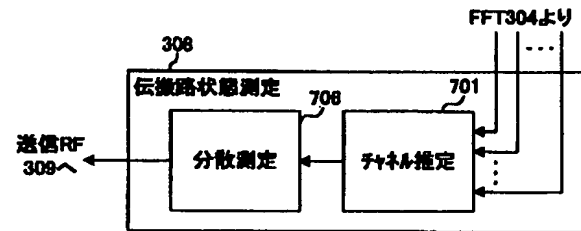
【図 13】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 須増 淳
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1
号 松下通信工業株式会社内

F ターム(参考) 5K022 DD01 DD23 DD33 EE01 EE21
EE31
5K067 AA01 BB02 CC10 DD45 DD48
EE02 EE10 GG01 GG11 HH21